

**Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato,
Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas**

Especialidad en Biología y Geología

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2019/2020**

**Desenterrando la Historia de la Vida, una Unidad Didáctica para 4º
Curso de la ESO.**

Digging up the History of Life, a Didactic Unit for 4th Course of ESO.

Autor: Francho Chabier de Jaime Soguero
Directora: Carmen Ceamanos Valero



**Universidad
Zaragoza**



INDICE

Contenido

I. INTRODUCCIÓN.....	3
A. Presentación personal.	3
B. Contexto del Centro donde se ha realizado el Practicum I y II.	3
C. Presentación del trabajo	3
II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE 2 ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRACTICUM.....	4
Calendario geológico	4
Visita virtual al Museo Nacional de Ciencias Naturales	5
III. PROPUESTA DIDÁCTICA	6
Desenterrando la Historia de la Vida	6
Evaluación inicial.	8
Objetivos	8
Marco teórico.....	9
IV. ACTIVIDADES DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA	10
Actividad del Calendario Geológico.....	10
Visita virtual al Museo Nacional de Ciencias Naturales	12
Debate sobre la des-extinción de especies desaparecidas	14
Evaluación de la actividad docente.....	16
V. EVALUACIÓN	16
Instrumentos de evaluación y criterios de calificación	17
Criterios de evaluación.....	19
VI. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA	21
VII. CONCLUSIONES.....	23
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	25
IX. ANEXOS.....	27

I. INTRODUCCIÓN

A. Presentación personal.

Mi nombre es Franchó Chabier de Jaime Soguero y soy estudiante del Máster en Profesorado De Enseñanza Secundaria en la especialidad de Biología y Geología en la Facultad de Educación de la Universidad de Zaragoza. Soy biólogo por la Universidad de Valencia, con especialidad en Paleontología conseguida a través del Máster de Paleobiología y Registro Fósil de la Universidad Autónoma de Barcelona. Mi formación me ha acercado al estudio de múltiples ramas tanto de la Biología como de la Geología y me considero una persona curiosa en ambos campos. Creo que mi pasión por ambas ciencias comenzó en mis estudios de secundaria durante mi adolescencia, donde disfrutaba de las clases y de las salidas al campo en el instituto de mi pueblo, Calamocha (Teruel).

Como en mi experiencia personal, el estudio de Biología y Geología en la ESO fue clave para descubrir mi vocación, me fascina la idea de poder orientar a alumnos a descubrirlas como lo hice yo, y me entusiasma la opción de dedicarme a la docencia. Mi otra vocación es la investigación científica hacia la Paleontología y la Evolución de la Vida. Pienso que ambas son reconciliables y que se pueden lograr los objetivos docentes a través de descubrir a los alumnos la pasión por la investigación.

B. Contexto del Centro donde se ha realizado el Practicum I y II.

El Instituto de Educación Secundaria (IES) Valle del Jiloca es un centro de educación público ubicado en la localidad de Calamocha (Teruel, España). Se encuentra en el municipio homónimo, a 70 km del NO de Teruel, a una altitud de 884 metros y 4.270 habitantes, con una densidad poblacional de 14,61 hab/km². El centro es el mayor instituto de la Comarca, y sumando al IES Salvador Victoria de Monreal del Campo, se convierten en los únicos institutos de la zona. Acoge a alumnos de muchas localidades colindantes, como Fuentes Claras, Caminreal, Tornos, Báguena Bello, Odón, Navarrete del Río, Torralba de los Sisonés, Gallocanta, Cucalón, Cutanda, Barrachina, entre otros. El equipo directivo que orchestra actualmente este centro está compuesto por Director, Jefa de estudios, Jefe de estudios adjunto y Secretario.

Se trata de un centro modesto, propio de una zona rural, con 43 profesores, 20 grupos de estudiantes y 346 alumnos matriculados, siendo de ellos 94 de localidades distintas (27.1%). El centro dispone de un servicio de autobuses con dos rutas para asegurar el transporte de los alumnos al instituto. En este centro se imparten clases de múltiples enseñanzas: Educación Secundaria Obligatoria (E.S.O.), Bachillerato de Ciencias y Tecnología y Ciencias Sociales y Humanidades, Ciclo de Grado Medio de Elaboración de Productos Alimenticios (INA201) y Formación Profesional Básica de Industrias Alimentarias (FPB19).

Durante la segunda fase del prácticum he puesto en práctica mi labor docente con la clase de 4º ESO en la asignatura de Biología y Geología. Se trata de una clase compuesta por 18 alumnos siendo quince oriundos de Calamocha y tres de pueblos de alrededor: Bello, Caminreal y Bea. El profesor, Rodrigo Pérez Grijalbo, es un profesor veterano en el centro, pues lleva acumulando más de 20 años de experiencia docente en el IES Valle del Jiloca. La clase no cuenta con ningún alumno con algún desfase educativo y ninguno ha necesitado una adaptación curricular de ningún tipo. Sin embargo, tras la publicación de la ORDEN ECD/357/2020, de 29 de abril, la docencia se ha tenido que llevar a cabo a distancia. A pesar de encontrarnos en una zona rural, todos los alumnos disponen de medios y dispositivos para poder realizar un seguimiento online, incluido los alumnos de los pueblos (donde la conexión es más débil).

C. Presentación del trabajo

En este trabajo propongo una propuesta didáctica planteada para la asignatura de Biología y Geología del 4º de la ESO. La propuesta se centra en el desarrollo Unidad Didáctica (UD) Historia de la Tierra, que abarca conceptos como el origen de nuestro planeta y la evolución de los organismos a través del tiempo geológico. Esta unidad abarca varios objetivos, aunque el principal es que los alumnos comprendan la naturaleza como un sistema en continuo cambio, en la que los organismos deben adaptarse a las situaciones ambientales cambiantes. También se busca el descubrimiento del vasto patrimonio geológico/paleontológico de la comunidad autónoma aragonesa o conocer cómo la presencia humana ha afectado a los hábitats naturales, suponiendo cambios y extinciones.

II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE 2 ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRACTICUM

Calendario geológico

Dado que los seres humanos estamos acostumbrados a medir el tiempo en horas, días y años, uno de los conceptos más complicados de enseñar es el tiempo geológico, que se mide en millones de años. Y una de las maneras más eficaces para afianzarlo es explicar la Historia de la Tierra y relacionar fechas con eventos geológicos o biológicos concretos (Pedrinaci y Berjillos, 1994). Con esta actividad también se trabajarán las escalas, un concepto científico muy utilizado cuyas bases han de quedar bien cementadas para el uso en diferentes ramas de la Ciencia.

Para llevarse a cabo, lo primero es organizar a los alumnos en grupos de tres. A cada grupo se le entregará un calendario anual, rotuladores, una regla y una calculadora. Por último, se les entregará una escala de los tiempos geológicos, con las cronologías de los principales eones, eras y periodos, así como un breve texto en inglés con los principales eventos geológicos y biológicos de cada división temporal. Los alumnos deberán trasladar cada división temporal a su correspondiente tiempo en días en el calendario. De esta manera podrán establecer una relación de la cantidad de tiempo que dura cada etapa de la Tierra, y a la vez conocer qué animales y plantas convivieron en cada división.

Las características de esta actividad la enmarcan en los contenidos estudiados durante la asignatura *Diseño de Actividades de Aprendizaje en Biología y Geología*. El objetivo de esta asignatura es capacitar a los alumnos del máster para seleccionar los materiales más adecuados para tratar los contenidos de un nivel, dándole especial importancia al diseño de actividades prácticas que fomenten el aprendizaje práctico en los laboratorios escolares o a través de salidas al campo. También he podido aplicar conocimientos aprendidos en la asignatura *Habilidades del Pensamiento*, una asignatura cuyo objetivo es que los alumnos desarrollen diferentes estrategias de aprendizaje, así como conocer y expandir sus propios procesos mentales. De esta manera, con esta actividad se estaría desarrollando el pensamiento convergente, que es un proceso de pensamiento lógico, vertical, analítico con una consecución de fases y que fomenta el espíritu crítico. Se trataría de una actividad vertical, como es el cálculo de las fechas para el calendario, a la vez que lo correlacionaría con conocimientos previamente aprendidos, estableciendo una relación entre las fechas del calendario geológico y la ubicación temporal de los principales eventos de la evolución de la vida. Por último, con la lista de eventos biológicos en inglés, se trabajarían contenidos de la asignatura *Recursos didácticos para la enseñanza de materias en inglés*. Los objetivos de esta asignatura son dar herramientas al futuro profesorado para que puedan adaptar correctamente el temario de sus asignaturas a la lengua inglesa sin modificar los contenidos, y facilitando el aprendizaje. Para la redacción de esta, debería escoger un nivel de inglés adecuado, para que el vocabulario y la gramática fuesen comprensibles para

los alumnos. Esto podría facilitarse exponiendo brevemente los conceptos que se van a trabajar, antes de comenzar a realizar la actividad. Igualmente, el profesor debería estar constantemente disponible para solventar dudas de los alumnos.

Esta actividad permitirá trabajar las competencias CMCT, CL y CAA correspondientes a los criterios de evaluación del Bloque 2.

Visita virtual al Museo Nacional de Ciencias Naturales

La segunda actividad consistirá en una “salida del aula”. El departamento de Biología y Geología del IES Valle del Jiloca intenta realizar una salida al campo con los alumnos de cada clase una vez por curso. Estas excursiones motivan al alumnado, ya que con ellas comprenden el aprendizaje de las ciencias de forma experimental y ayudan a asentar conocimientos recibidos en el aula (García de la Torre, Sequiros y Pedrinaci, 1993). Esta excursión suele centrarse en algún recurso biológico-geológico de la provincia de Teruel y suele tener lugar en los meses de abril y mayo.

La idea de plantear una actividad extraescolar ha sido trabajada desde diferentes asignaturas del máster. Por ejemplo, en la asignatura de *Diseño de Actividades de Aprendizaje en Biología y Geología* se nos ha enseñado a preparar diferentes materiales para llevar los conocimientos de la asignatura de Biología y Geología al alumnado, fomentando el aprendizaje en espacios adecuados para el aprendizaje de las ciencias como el laboratorio. Igualmente, en otras asignaturas como en *Habilidades del Pensamiento*, se nos ha enseñado a fomentar diferentes aptitudes del alumnado a través de diferentes estrategias de aprendizaje, utilizando estrategias de pensamiento convergente para estimular conocimientos consecutivos y finalistas, de pensamiento divergente para fomentar la creatividad y el ingenio, y la metacognición, para que los alumnos se conozcan mejor así mismos y puedan enfrentarse mejor a nuevos retos.

Ya que durante este curso hemos vivido una situación excepcional y no se ha podido disfrutar de esta oportunidad (se ha cancelado cualquier actividad extraescolar a causa del confinamiento) he desarrollado una actividad que promueva el aprendizaje fuera del aula sin que los alumnos tengan que salir de sus casas. Durante el confinamiento, muchas entidades culturales como museos y salas de exposiciones, que han permanecido cerradas, han ofrecido visitas virtuales gratuitas a sus exposiciones. Por ello, he aprovechado que el Museo Nacional de Ciencias Naturales ha ofrecido visitas online a sus instalaciones para proponer una actividad de aprendizaje fuera del aula, y en la que los alumnos puedan adquirir el aprendizaje por indagación.

Esta actividad consistirá en llevar a cabo una visita digital a las exposiciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Los alumnos tendrán que contestar un cuestionario con preguntas sobre diferentes salas del museo, en la que la mayoría se centrarán en la exposición de Geología y Paleontología. Posteriormente, cada alumno elegirá un fósil de la exposición hallado en la Península Ibérica y deberá llevar a cabo una breve investigación sobre el mismo y rellenar una ficha, a través de recursos web y de mi orientación, en la que se indique una descripción del animal, el lugar donde se ha encontrado, la cronología en la que vivió y rasgos generales de la paleoecología de éste. Al final de la actividad se les pedirá a los alumnos que rellenen un formulario autoevaluativo, en el cual deberán valorar qué han aprendido durante la actividad, qué parte han disfrutado más, por qué han decidido elegir un fósil y no otro diferente y qué cambios propondrían para mejorarla (Anexo III).

Las visitas virtuales pueden ofrecer una experiencia educativa desvinculada del aula donde se fomenta la adquisición de conocimientos de formas más relajada (Conde 2010). Este apartado de la actividad está directamente relacionado con los contenidos la asignatura de Innovación e

Investigación educativa en Biología y Geología. El uso de una herramienta web para tratar de fomentar el aprendizaje fuera del aula es una metodología alternativa e implica un cambio en las herramientas didácticas para mejorar el aprendizaje de las asignaturas de Ciencias. Los contenidos de la visita guiada van más allá de los contenidos específicos del currículo para la asignatura, pero pueden fomentar la curiosidad e interés del alumnado, afianzando contenidos que sí que lo son a través de técnicas creativas y propias del pensamiento divergente, como lo son la mayéutica y la sinéctica. Esto enlaza con los contenidos de la asignatura de Habilidades del Pensamiento, al fomentar estrategias propias de aprendizaje, en este caso, propias del pensamiento divergente.

Por otro lado, con la actividad de la ficha, se pone en práctica el aprendizaje por indagación. Esta técnica, si bien su eficacia ha sido puesta en duda por algunos docentes (Romero-Ariza, 2017), se considera que promueve las habilidades de investigación y ayudarles a interiorizar conocimiento visto en clases ciencias (Bevins y Price, 2016). Además, también se fomentará el estudio de patrimonio científico español y aragonés, motivando la curiosidad por la paleontología y por el patrimonio autonómico y nacional a través de la investigación. Por último, a través de la autoevaluación vuelven a ponerse en práctica los conocimientos aprendidos en la asignatura Herramientas del Pensamiento, al fomentar el desarrollo de la Metacognición, es decir del autoconocimiento por parte del alumno acerca de lo que se le da mejor, de lo que le interesa más y las causas de ello.

La actividad completa comprenderá las competencias CMCT, CD y CAA y se corresponderá con los criterios de evaluación del Bloque 2 (Ver Tabla 1). También es importante recalcar que se relacionará el Objetivo. BG. 10 del currículo, que consiste en poner en constancia a los alumnos con patrimonio geológico-paleontológico aragonés y español.

III. PROPUESTA DIDÁCTICA

Desenterrando la Historia de la Vida

Desenterrando la Historia de la Vida es el título de la propuesta de intervención didáctica. Esta unidad didáctica está diseñada para los alumnos de 4º de la ESO de la Asignatura de Biología y Geología. Sus contenidos tratan el tema de la Historia de la Tierra, el cual toca contenidos relativos a dos Bloques de la asignatura (Bloque 1 y 2). Se trata de un temario que complementa conocimientos de ambas ramas de la Ciencia, la Biología y la Geología. Además, este tema abarca cuestiones filosóficas que los alumnos han podido plantearse a lo largo de vida: ¿Cuáles son nuestros orígenes? ¿Cómo evolucionan los seres vivos? ¿Cómo se originó nuestro planeta? Todos estos conocimientos pueden entrar en conflicto con las concepciones previas del estudiante y abre las puertas al debate. Esto ofrece muchas posibilidades a la hora de proponer diferentes actividades para enseñar esta unidad didáctica.

En la siguiente tabla se establece una breve descripción de los contenidos, así como una correlación entre los criterios de evaluación correspondientes, las competencias clave que se trabajarán y los estándares de aprendizaje evaluables de cada punto (Tabla 1) indicados en el currículo (http://www.educaragon.org/HTML/carga_html.asp?id_submenu=60).

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA	Curso: 4º
BLOQUE 1: La evolución de la vida	

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA		Curso: 4º
CONTENIDOS: Origen y evolución de los seres vivos. Hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra. Teorías de la evolución. El hecho y los mecanismos de la evolución. La evolución humana: proceso de hominización.		
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	COMPETENCIAS CLAVE	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
Crit.BG.1.16. Conocer las pruebas de la evolución. Comparar lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo.	CMCT	Est.BG.1.16.1. Distingue las características diferenciadoras entre lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo.
Crit.BG.1.19. Describir la hominización.	CMCT-CCL	Est.BG.1.19.1. Reconoce y describe las fases de la hominización.
BLOQUE 2: Dinámica de la Tierra		
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	COMPETENCIAS CLAVE	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
Crit.BG.2.1. Reconocer, recopilar y contrastar hechos que muestren a la Tierra como un planeta cambiante.	CMCT-CCL	Est.BG.2.1.1. Identifica y describe hechos que muestren a la Tierra como un planeta cambiante, relacionándolos con los fenómenos que suceden en la actualidad, en nuestro territorio y fuera de él.
Crit.BG.2.2. Registrar y reconstruir algunos de los cambios más notables de la historia de la Tierra, asociándolos con su situación actual.	CMCT-CAA	Est.BG.2.2.1. Reconstruye algunos cambios notables en la Tierra, mediante la utilización de modelos temporales a escala y reconociendo las unidades temporales en la historia geológica.
Crit.BG.2.4. Categorizar e integrar los procesos geológicos más importantes de la historia de la Tierra.	CMCT-CAA	Est.BG.2.4.1. Discrimina los principales acontecimientos geológicos, climáticos y biológicos que han tenido lugar a lo largo de la historia de la Tierra, reconociendo algunos animales y plantas características de cada era.
Crit.BG.2.5. Reconocer y datar los eones, eras y periodos geológicos, utilizando el conocimiento de los fósiles guía.	CMCT-CAA	Est.BG.2.5.1. Relaciona alguno de los fósiles guía más característico con su era geológica. Aplica especialmente estos conocimientos al territorio de Aragón.

Tabla 1. Contenidos curriculares de la U.D.

Evaluación inicial.

La evaluación inicial recoge información relevante del alumno, que nos ayuda a determinar las necesidades educativas y construir el programa educativo acorde con los objetivos generales del aula de aprendizaje de tareas y con los objetivos específicos para conseguir el máximo desarrollo personal y social de todos y cada uno de nuestros alumnos y alumnas. Además de la información referida al alumno, es necesario extraer información sobre el entorno en el que se desenvuelve y conocer qué aspectos favorecen o dificultan el proceso de enseñanza-aprendizaje: el estilo de enseñanza, la metodología, la ayuda personal y la técnica. Se trata de una actividad de gran relevancia dentro del proceso educativo, sin embargo, tiene un papel cambiante a lo largo de las diferentes etapas del proceso de aprendizaje (Buendía-Eisman, González-González y Carmona-Fernández, 1999). Si se realiza al inicio, permite conocer el punto de partida del alumnado y escoger la mejor metodología para mejorar el proceso de aprendizaje. De esta manera, con ella se busca identificar los conocimientos previos de los alumnos sobre los contenidos didácticos (Brusi, Zamorano, Casellas y Bach, 2011).

En la evaluación inicial de esta propuesta se deberán plantear preguntas referentes a diferentes conceptos, haciendo hincapié en aquellos que sean básicos y necesarios para comprender bien los contenidos didácticos. De esta manera se podrá conocer el conocimiento previo de los alumnos y empezar las explicaciones con aquellos que presenten mayores dificultades.

Por ello, tras realizar la evaluación inicial en el IES Valle del Jiloca, observé que uno de los temas peor comprendidos por los alumnos era la concepción del Tiempo en Geología y el uso de millones de años como herramienta de medida. Dado que los seres humanos tendemos a utilizar una dimensión temporal medida en fracciones de tiempo conocidas para nosotros (como las semanas o los meses), comenzar a medir en unidades tan grandes puede generar muchas dudas para los alumnos y dificultar su aprendizaje. Para reforzar este aprendizaje he planteado una actividad de un calendario geológico donde tienen que acostumbrarse al uso de esta unidad (una de las actividades propuestas en el Apartado 2). Por ello, una vez llevada a cabo la evaluación inicial, decidí realizar los siguientes cambios en mi metodología:

-Comenzar la explicación de los contenidos de la Unidad Didáctica con el Origen de la Tierra y el sistema de divisiones de los Tiempos Geológicos (en vez de empezar por el principio de superposición de estratos, como indicaba el temario). Con estos contenidos, explicaría a los alumnos el concepto “millón de años” desde el primer momento, y les ayudaría a afianzarlo a lo largo de la unidad didáctica.

-Reforzar este concepto. Para ello, propuse a los alumnos una actividad de refuerzo para esta concepción temporal que les ayudaría a conocer las divisiones del tiempo geológico: el Calendario Geológico. Además, busqué recursos TIC online que pudiesen consultar desde casa y les pasé un listado.

-Expandir el temario visto en la Historia de la Tierra, ya que era aquel en el que los alumnos mostraban más interés, y el currículo no profundizaba demasiado en él.

Objetivos

1. Reconocer y valorar las aportaciones de la Ciencia para la mejora de las condiciones de existencia de los seres humanos y apreciar la importancia de la formación científica.
2. Conocer los fundamentos del método científico, para así comprender y utilizar las estrategias y los conceptos básicos de las Ciencias de la Naturaleza para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar sus repercusiones.
3. Adoptar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento científico para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas y tecnológicas, contribuyendo así a

la asunción para la vida cotidiana de valores y actitudes propias de la ciencia (rigor, precisión, objetividad, reflexión lógica, etc.).

4. Conocer las diferentes aportaciones científicas y tecnológicas realizadas desde la Comunidad autónoma de Aragón, así como su gran riqueza natural, todo ello en el más amplio contexto de la realidad española y mundial.

Por otro lado, los objetivos específicos que bus esta Unidad Didáctica son:

5. Comprender los fundamentos de la Geología Estratigráfica y la Paleontología, así como conocer las herramientas que suelen utilizar estas ciencias y sus metodologías.
6. Conocer el origen de nuestro planeta, así como los principales eventos geológicos y evolutivos que se han dado en su historia.
7. Conocer el proceso evolutivo de la especie humana, comprender su origen ancestral y el proceso de hominización.

Marco teórico.

La temática de la Unidad “Desenterrando la Historia de la Vida” incluye contenidos clave de los Bloques 1 y 2 (La evolución de la Vida y Dinámica de la Tierra) de la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO. En estos bloques se exponen otros contenidos relacionados con la evolución de los organismos como: origen del planeta y del sistema solar, la datación de fósiles y de rocas, principios básicos de paleontología, origen y evolución de los seres vivos, hipótesis sobre el origen de la vida y el proceso de hominización.

Se conoce como Darwinismo, Teoría darwiniana de la evolución o Teoría de la Selección Natural a la teoría biológica que explica el origen de las especies mediante el proceso de la evolución, que supone una serie de adaptaciones de los organismos al medio, heredadas de una generación en otra, y la extinción de los organismos menos adaptados. Esta teoría fue propuesta por el naturalista Charles Darwin, quien la describió en su libro *El Origen de las Especies por la Selección Natural* en 1859. Lo innovador de del descubrimiento de Charles Darwin fue que no solamente dio respuesta unitaria a multitud de fenómenos biológicos, sino que alteró nuestra manera de percibir el mundo y de comprendernos a nosotros mismos (Agustí, 2015).

Darwin fue el primero en dar una explicación convincente a cómo se produce el cambio evolutivo. Supuso que las pequeñas variaciones que se encontraban en el seno de las poblaciones naturales se verían progresivamente favorecidas por la selección de aquellos individuos que lograsen sobrevivir y pasar sus cualidades que les hacen aptos a su descendencia. Esta idea fue muy innovadora, y eclipsó ideas transformistas (nombre que recibían las ideas evolucionistas en el siglo XIX al postular la transformación de los organismos) como el lamarckismo de Jean-Baptiste Lamarck. También colisionó con ideas fijistas y catastrofistas, según las cuales los animales no podrían sufrir cambios después de la creación divina, y era Dios el encargado de eliminarlos con catástrofes (como el Diluvio Universal) y producir nuevas “creaciones” tras estos cataclismos. Estas eran unas ideas arraigadas en una sociedad creyente, la cual estaba poco abierta a mover las bases del conocimiento ya establecidas.

De esta manera, Charles Darwin presentó una teoría revolucionaria, sencilla, pero contundente. Y también chocante para una sociedad victoriana antropocéntrica, donde el ser humano estaba en el centro de la creación, y el resto de los organismos existían para satisfacer sus necesidades. La teoría fue duramente cuestionada ante una comunidad científica y la sociedad entre las décadas de 1860 y 1880. Y en esas dos décadas surgió el conocido debate Evolucionismo-Creacionismo.

Este tema ha sido escogido debido a su carácter interdisciplinar entre la biología y la geología, situándose en un punto intermedio que permite a todos los integrantes del aula aportar un punto

de vista bien informado y desarrollar el espíritu crítico. Sin embargo, ésta no es la única razón, pues también se trata de un tema que ha estado acompañado de controversia desde sus orígenes, debido a que supone un ejercicio de autoconocimiento de la evolución de nuestro planeta, de nuestro entorno y de nosotros mismos como especie. Al tratarse, entre otros conceptos, los orígenes evolutivos de nuestra especie, genera un debate científico que ha permanecido durante vigente en nuestra sociedad durante los últimos 150 años, y en él han intervenido diferentes sectores sociales, religiosos y científicos de la sociedad.

La didáctica de la evolución de la vida abre las puertas al debate, al pensamiento crítico y a la dialéctica, competencias transversales expuestas en la ley (Real Decreto 1105, 2014), ya que, al estudiar los diferentes puntos de vista, se alcanza una comprensión mutua de ambos, asimilando los pros y contras de cada postura. Por ejemplo, la teoría científica está basada en pruebas empíricas y lógicas, pero estas pruebas empíricas pueden ser tergiversadas o malinterpretadas (McComas, Clough y Almazroa, 1998; Orr, 2006) y la lógica puede estar limitada por la situación social o la cultura de la época (McComas et al., 1998).

IV. ACTIVIDADES DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

En este apartado se exponen las actividades a desarrollar dentro del marco educativo de la propuesta didáctica expuesta en el apartado anterior. Con ellas se busca alcanzar los objetivos buscados, así como explicar metodologías que permitan alcanzar las competencias clave. Estas actividades se verían complementadas con sesiones de teoría online que asentarían los conceptos básicos de la asignatura para que los alumnos pudiesen trabajarlos en las actividades. Para llevar a cabo la parte teórica de esta unidad didáctica, se han organizado los contenidos en seis apartados teóricos, y se ha relacionado cada uno de ellos con los criterios de evaluación que trata (Anexo I).

Si bien las actividades se han planteado para desarrollarse a distancia, algunas de las propuestas podrían proponerse también de forma presencial. De esta manera, las metodologías que resultasen difíciles de poner en práctica a través de la docencia a distancia podrían implementarse, abarcando un abanico de metodologías más diverso que complementaría los contenidos desarrollados durante esta unidad didáctica.

Actividad del Calendario Geológico

Contexto

La Geología estudia la evolución de la Tierra, de sus organismos, y analiza una serie de procesos, siendo necesario ubicar temporalmente todos estos eventos. El concepto de tiempo en Geología presenta tres acepciones distintas, según Reguant (1993): como duración, es un tiempo absoluto, un parámetro cuantificable que mide el tiempo real entre dos extremos; como etapa, se refiere a la ciclicidad o sucesión de fenómenos; y como historia, trata de datar un evento, y atribuirle un antes y un después. El interés de la cronología reside en que nos permite secuenciar y datar los eventos (García Cruz, 1999). Sin embargo, dado que los seres humanos estamos acostumbrados a medir el tiempo en horas, días y años, a veces resulta confuso medir el tiempo en unidades tan grandes como los millones de años, y puede suponer una dificultad para el estudiante. Y una de las maneras más eficaces para afianzarlo es explicar la Historia de la Tierra y relacionar fechas con eventos geológicos o biológicos concretos (Pedrinaci y Berjillos, 1994).

Participantes

Esta actividad está planteada para una clase de 4º de la ESO de Biología y Geología, aunque podría aplicarse a otras asignaturas con unos contenidos semejantes como Biología y Geología de 1º de Bachillerato y Cultura científica de 4º de la ESO y 1º de Bachillerato. Está planteada para una clase de 15-20 alumnos, que deberán dividirse en 6 o 7 grupos de tres personas. El tiempo que lleva desarrollar esta propuesta es de una sesión de 50 minutos, es decir, una clase. En cuanto a la temporalización, sería adecuado realizar esta actividad al inicio de la propuesta didáctica, ya que engloba muchos de los contenidos que se trabajarán a lo largo de la misma. Esta actividad está pensada para una clase a distancia, en la que los alumnos deberán cooperar en equipo para poder llevarla a cabo.

Objetivos

Con esta actividad se busca que los alumnos afiancen la dimensión temporal de la Geología y se acostumbren a trabajar con grandes cantidades de tiempo, a través del uso de las escalas científicas. De esta manera, también se logrará que la Historia de la Tierra sea más comprensible, y que los alumnos sean capaces de relacionar fechas con los principales cambios geológicos y biológicos, desarrollando un aprendizaje por relación de conceptos. Por último, los alumnos deberán ser capaces de trabajar en equipo, a través de la cooperación y de la comunicación. De esta manera, al finalizar la actividad, se habrán puesto en práctica las siguientes competencias clave: CMTC, la CAA y la CL.

Contenidos

Con esta actividad se van a trabajar muchos de los contenidos y objetivos de la unidad didáctica, por lo que sería una buena actividad para introducir a los alumnos en la Historia de la Tierra. Para empezar la actividad, a los alumnos se les dará una breve introducción sobre el tiempo en geología, y se les explicará en qué momento se dieron los principales cambios en nuestro planeta. Así, se trabajará el origen del Sistema Solar y la formación de la Tierra, los inicios de la vida unicelular durante la etapa Precámbrica, y la radiación de la vida pluricelular con los primeros animales y plantas del Paleozoico, el auge de los reptiles y dinosaurios durante el Mesozoico y la expansión de los mamíferos del Cenozoico hasta la actualidad. También se trabajará el origen de la especie humana y la ubicación temporal de la evolución de los homínidos.

Criterios de evaluación

A través de la construcción de un calendario geológico, se trabajarán varios criterios de evaluación del Bloque 2: Dinámica de la Tierra del Currículo Oficial. Entre ellos se considerarían:

Criterios de evaluación trabajados en el Calendario Geológico		
Criterio de evaluación según el currículo	Bloque	Descripción
Crit.BG.2.1.	2	Reconocer, recopilar y contrastar hechos que muestren a la Tierra como un planeta cambiante.
Crit.BG.2.2.	2	Registrar y reconstruir algunos de los cambios más notables de la historia de la Tierra, asociándolos con su situación actual.
Crit.BG.2.4	2	Categorizar e integrar los procesos geológicos más importantes de la historia de la Tierra.
Crit.BG.2.5.	2	Reconocer y datar los eones, eras y periodos geológicos, utilizando el conocimiento de los fósiles guía.

Tabla 2. Criterios de evaluación trabajados en el Calendario Geológico

Todos estos criterios corresponden con los contenidos de la actividad, ya que buscan la comprensión de la Historia de la Tierra y la mayoría de los eventos geológicos que han tenido lugar, así como las principales subdivisiones en las que se parte (eones, eras y periodos geológicos).

En este apartado se valorará la capacidad de organización y trabajo en equipo, en cada una de las tareas (un 33%), el resultado final de la preparación del mural (33%) y la actitud de respeto mostrada durante el desarrollo de la actividad (33%). Esta actividad supondrá el 20% de la nota final de la propuesta didáctica.

Metodologías aplicadas

Uno de los principales obstáculos que pueden encontrar los estudiantes en esta actividad, es la adaptación de datos científicos a distintas escalas. Es cierto que, según el currículo oficial, este ejercicio matemático se estudia desde los primeros cursos de la ESO, pero muchas veces los alumnos no saben cómo aplicar estos conocimientos. Por ello, se plantea como una actividad en grupo, ya que, al enfrentarse a este problema en grupo, y junto con la orientación del profesor, pueden resolver el traslado de una medida temporal (millones de años) a una medida espacial (distancia que ocupa en la cartulina). El objetivo de que los alumnos trabajen en equipo es que puedan ayudarse mutuamente y trabajen de forma conjunta hasta alcanzar el objetivo común. Los grupos deberán ser heterogéneos, para que todos los alumnos pongan en práctica el aprendizaje cooperativo.

Visita virtual al Museo Nacional de Ciencias Naturales

Contexto

Como se ha comentado en el punto 2 de este trabajo, llevar la docencia fuera del aula puede suponer un cambio en la motivación y el aprendizaje de nuestros alumnos (Conde, 2010). Por ello, una de las actividades planteadas para esta unidad didáctica es la visita a un museo virtual, en concreto al Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. A través de ella podrá visitar diferentes salas del Museo, pero se recalcará la Exposición de Geología y Paleontología, ya que ilustra los conocimientos estudiados en la unidad didáctica sobre la evolución de los organismos a lo largo de los tiempos geológicos. La actividad complementará la visita virtual de manera conjunta entre toda la clase con la preparación de una ficha de un fósil ibérico. En este caso se le asignará un fósil a cada alumno para que lo ubique en la escala, y deberá realizar una pequeña investigación en la que describirá aspectos paleontológicos del fósil. De esta manera se favorecerá el aprendizaje por indagación, que si bien su eficacia ha sido puesta en duda por algunos docentes (Romero-Ariza, 2017), se considera que promueve las habilidades de investigación y ayudarles a interiorizar conocimiento visto en clases ciencias (Bevins y Price, 2016). Por último, también se trabajará la expresión oral, ya que tendrán que exponer la pequeña ficha ante el resto de la clase.

Participantes

Esta actividad está planteada para una clase de 4º de la ESO de Biología y Geología, aunque podría aplicarse a otras asignaturas con unos contenidos semejantes como Biología y Geología de 1º de Bachillerato. Está planteada para una clase de 15-20 alumnos. El tiempo que lleva desarrollar esta propuesta es de una sesión de 50 minutos, es decir, dos clases.

Objetivos

El objetivo de esta visita virtual es que los alumnos comprendan e interioricen la gran diversidad de organismos que han existido a lo largo de la historia de nuestro planeta, y cómo han evolucionado, adaptándose a las características de cada medio. Al conocer tantos ejemplos de diferentes animales y planta, comprenderán mejor las características de cada división del tiempo geológico. Además, hay un apartado de la exposición dedicado únicamente a la evolución del ser humano, otro de los temas tratados por esta propuesta. Esta actividad comprenderá las competencias CMCT, CD y CAA y se corresponderá con los criterios de evaluación del Bloque 2. También es importante recalcar que se relacionará el Objetivo. BG. 10 del currículo, que consiste en poner en constancia a los alumnos con patrimonio geológico-paleontológico aragonés y español.

Contenidos

Durante la visita virtual se expondrán los contenidos relativos a la historia de la vida vistos en 4º de la ESO. La exposición del museo es rica en fósiles y abarca restos de animales de las eras Paleozoica, Mesozoica y Cenozoica. Todo ello trabaja los contenidos relativos a conocer la evolución de los organismos y de los seres vivos a lo largo del paso del Tiempo Geológico. De esta manera se observarán los primeros tetrápodos en conquistar el medio terrestre, restos de dinosaurios, las primeras aves, y la gran diversidad de mamíferos que ha acogido la Península Ibérica. Por otro lado, también cuenta con una exposición sobre la evolución del ser humano, lo entra en contacto con el criterio de evaluación 19 del Bloque 1, el cual propone el aprendizaje de la historia del ser humano y el proceso de hominización.

Criterios de evaluación

Por un lado, con esta actividad se trabajarán los criterios de evaluación relativos al Bloque 2: Dinámica de la Tierra del Currículo Oficial, ya que la exposición virtual nos transportará desde los ambientes primigenios de nuestro planeta, hasta los paisajes más modernos, explicando los procesos geológicos que han producido estos cambios.

Criterios de evaluación trabajados en el Calendario Geológico		
Criterio de evaluación según el currículo	Bloque	Descripción
Crit.BG.1.16.	1	Conocer las pruebas de la evolución. Comparar lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo.
Crit.BG.1.19.	1	Describir la hominización.
Crit.BG.2.1.	2	Reconocer, recopilar y contrastar hechos que muestren a la Tierra como un planeta cambiante.
Crit.BG.2.2.	2	Registrar y reconstruir algunos de los cambios más notables de la historia de la Tierra, asociándolos con su situación actual.
Crit.BG.2.4	2	Categorizar e integrar los procesos geológicos más importantes de la historia de la Tierra.
Crit.BG.2.5.	2	Reconocer y datar los eones, eras y periodos geológicos, utilizando el conocimiento de los fósiles guía.

Table 3.

Por otro lado, el museo también nos muestra cómo la biosfera se ha adaptado a los cambios ambientales de nuestro planeta, produciendo una constante sucesión de faunas y floras en constante cambio y adaptación. Por ello también se tratarían los criterios de evaluación relativos

al Bloque 1: La evolución de la vida. Para evaluar el proceso de aprendizaje y los conocimientos obtenidos durante el ejercicio, se evaluarán los siguientes aspectos de la actividad:

Se trata de una actividad meramente individual, y los instrumentos de evaluación que se utilizarán será el cuestionario relativo a la visita virtual al Museo Nacional de Ciencias Naturales (33%), y la ficha paleontológica que cada uno de los alumnos deberá entregar (66%). Este segundo apartado, dado que es mucho más elaborado y cada estudiante realizará una ficha totalmente distinta, tiene mucho más peso. Se valorará que la estructura de la ficha sea la facilitada por el profesor y que se alcancen los contenidos a explicar en la misma.

Metodología utilizada

En primer lugar, la principal metodología aplicada en esta actividad es el aprendizaje fuera del aula a través de recursos virtuales o TIC para fomentar el interés y el aprendizaje del alumnado. Esta metodología está ligada a toda la propuesta didáctica de forma fundamental, ya que toda la docencia está propuesta para realizarla a distancia. Sin embargo, en esta actividad se exponen algunos recursos virtuales que pueden ayudar a afianzar conocimientos del temario de manera alternativa. La idea de plantear una “salida de campo” de forma virtual puede ayudar a motivar a los alumnos y generarles curiosidad por el temario, ayudando a su aprendizaje.

Por otra parte, la posibilidad de que el propio alumno pueda elegir el organismo fósil sobre el que hacer el trabajo, puede ayudar a motivarlo, ya que expandirá su propio conocimiento sobre aquel campo que más curiosidad le suscite. Este trabajo, que consistirá en la búsqueda de información por iniciativa propia, fomentará el aprendizaje por indagación, permitiendo al alumno expandir sus conocimientos por su cuenta, pudiendo solicitar la tutela y consejo del profesor en todo momento.

Debate sobre la des-extinción de especies desaparecidas

Contexto

Esta actividad consistirá en la visualización de un documental sobre la des-extinción de especies y la realización de un posterior debate. Uno de los términos asociados a la evolución de las especies es la extinción, hecho que implica la desaparición de los individuos de una misma especie. Gracias a los avances de la Genética comienza a abrirse las puertas a la des-extinción de especies de las que todavía se preserva material Genético. Este hecho conlleva a un constante debate científico y ético sobre las ventajas y consecuencias de clonar organismos extintos, por ello creo que una buena manera de trabajarlo sería el debate oral.

Participantes

Esta actividad está planteada para una clase de 4º de la ESO de Biología y Geología, aunque podría aplicarse a otras asignaturas con unos contenidos semejantes como Cultura Científica. Está planteada para una clase de 15-20 alumnos. El tiempo que lleva desarrollar esta propuesta innovadora son dos sesiones de 50 minutos, es decir en dos clases.

Objetivos

En la primera parte de la actividad se les proyectará a los alumnos vídeos y documentales sobre la des-extinción de especies. El objetivo de esta primera parte de la práctica es que los alumnos tomen ideas que defiendan o critiquen estos experimentos genéticos, ya que tendrán que defender una posición a favor o en contra en un debate con el resto de la clase. A través del debate oral se conseguirá desarrollar la competencia básica CSC, al tratar no solamente aspectos científicos, sino también factores sociales, económicos, culturales, ambientales y éticos. Por otro lado, a lo largo de la actividad se trabajarán la CMCT, al tratarse contenidos científicos

como la clonación, la extinción y pérdida de la biodiversidad, y la CD, al requerirse la búsqueda de información online para argumentar en el debate. De esta manera se corresponderá con los criterios de evaluación 16 y 19 del Bloque 1. También es relevante decir que directamente tratará de subsanar el Objetivo.BG.5 Adoptar actitudes críticas, fundamentadas en el conocimiento científico para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas y tecnológicas, contribuyendo así a la asunción para la vida cotidiana de valores y actitudes propias. Y también se trabajará el Objetivo.BG. 7 del currículo, que consiste en relacionar la relación del ser humano con su medio.

Contenidos

Durante esta actividad se trabajarán dos conceptos clave sobre la Historia de la Tierra y de la Vida, que será el concepto evolutivo de extinción, es decir, la desaparición de todos los organismos de una especie, y el proceso de hominización y las consecuencias ambientales que tiene la evolución del ser humano con el medio que lo rodea. Además, en el documental se repasarán algunos de los organismos que convivieron con los seres humanos durante el Pleistoceno, por lo que también se repasan eventos geológicos y biológicos de los últimos 2 millones de años.

Durante esta actividad los alumnos podrán desarrollar varias aptitudes relacionadas con el pensamiento científico y el desarrollo de una actitud crítica frente a sus propias ideas y la del resto de compañeros. Deberán ser capaces de sintetizar las principales ideas a favor y en contra de la des-extinción de especies mientras visualizan el vídeo, y también deberán desarrollar sus habilidades digitales para complementar sus ideas con información. Por otro lado, deberán desarrollar habilidades de expresión oral para participar en el debate e intercambiar ideas con el equipo contrario.

Criterios de evaluación

Durante la visualización del documental y el desarrollo del debate se trabajarán los Criterios de evaluación 16 y 19 del Bloque 1 del Currículo oficial de la asignatura. En primer lugar, se trabajarán los conceptos de especie, los mecanismos evolutivos por los que los organismos se adaptan al ambiente, y las diferentes teorías evolutivas propuestas a lo largo de la Historia de la Ciencia. Esto, junto con los conceptos de extinción y especiación, estarían ligados al Crit.BG.1.16. Por otro lado, en el documental se tratará el proceso de evolución de los homínidos, y se aportarán argumentos aplicables para el debate sobre la ética de su des-extinción. Esto encaja con los contenidos del Crit.BG.1.19.

Criterios de evaluación trabajados en el Calendario Geológico		
Criterio de evaluación según el currículo	Bloque	Descripción
Crit.BG.1.16.	1	Conocer las pruebas de la evolución. Comparar lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo.
Crit.BG.1.19.	1	Describir la hominización.

Para que ambos criterios se vean asimilados en el proceso de aprendizaje, se evaluarán los siguientes aspectos de la actividad:

- Trabajo individual durante la primera fase de la actividad. Los instrumentos de evaluación utilizados serán la observación directa por parte del profesor durante el visionado del documental, y las notas entregadas por cada alumno al final de este. En las notas se valorará

que sean completas y pertinentes. Esta parte tendrá un 50% de peso en la calificación de la actividad.

- Trabajo en equipo durante el desarrollo de la segunda parte (debate propiamente dicho). En este apartado se valorará la cantidad y calidad de los argumentos aportados (con un 20% de peso en la calificación), la capacidad de organización del equipo, tanto para argumentar como para rebatir los argumentos contrarios (un 20%) y la actitud de respeto mostrada durante el desarrollo de la actividad (10%).

Metodología utilizada

Durante el desarrollo de esta actividad se trabajará el debate como dinámica de grupo para que los alumnos puedan desarrollar sus habilidades de exposición oral y de análisis de información. Un debate es una competición argumentativa que muestra la capacidad de elaborar e intercambiar discursos que presenten aporten pruebas para persuadir a otro. Esta argumentación en las ciencias permite poner en práctica la construcción de un conocimiento científico crítico y contribuye a conseguir los objetivos generales (Ruiz, Solbes y Furió, 2013).

Para que la actividad sea completa, el profesor deberá encargarse de que los grupos sean heterogéneos. Al existir diferentes roles dentro de cada grupo, los alumnos deberán organizarse por ellos mismos sobre quién ocupará cada rol. Esto exigirá una cooperación entre los integrantes del grupo. También pueden tener lugar conflictos intrarrol, ya que el alumno no tiene por qué encajar con el rol que debe ocupar frente al resto grupo. Todas estas características hacen de la estrategia didáctica del debate una metodología excelente para trabajar la cooperación en equipo, el respeto a opiniones diferentes y el desarrollo personal de cada alumno.

Evaluación de la actividad docente

Contexto

Una vez dada toda la teoría y realizadas todas las actividades prácticas, a los alumnos se les presentará un cuestionario cuyo objetivo será que ellos valoren lo que han aprendido y cómo se han sentido durante el estudio de esta unidad didáctica. En ella podrán plasmar aquellos puntos que más les han gustado, aquellos en los que les hubiese gustado profundizar más y cómo han afrontado los ejercicios prácticos. También servirá para que reflejen aquellos puntos que menos les han entusiasmado y cómo podrían mejorarse.

Esta evaluación no tiene una función evaluativa sobre el alumnado, sino sobre el profesor. Toda esta información le servirá al docente para mejorar la docencia y conocer aquellos puntos en los que puede mejorar para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por lo tanto, no está ligada a ningún criterio de evaluación. Sin embargo, puede ser muy útil ya que desarrolla una de las competencias claves del currículo, la *Competencia de aprender a aprender*, la cual les ayuda a formarse desde el autoconocimiento.

V. EVALUACIÓN

La evaluación de una propuesta didáctica consiste en una recogida de datos sobre el aprendizaje del alumnado prolongada a lo largo de todo el proceso de enseñanza, y el posterior análisis de los resultados con el fin de emitir un juicio sobre los conocimientos aprendidos. Tiene una función formadora y reguladora, ya que el alumno aprende durante el proceso evaluativo y permite mejorar el proceso de enseñanza, tanto para el alumno como para el profesor. También tiene un carácter pedagógico y ayuda a crear un ambiente de aprendizaje.

La evaluación debe estar fundamentada en los criterios de evaluación y debe guardar coherencia con los estándares aprendizaje y cubrir las competencias clave del currículo oficial. Por ello, se ha establecido una relación entre los criterios de evaluación tratados en la unidad didáctica “Desenterrando la Historia de la Vida” en la Tabla 1 (Apartado III).

Instrumentos de evaluación y criterios de calificación

Se trata de aquellas herramientas que utilizamos para medir el progreso y el aprendizaje del alumnado, así como su interés y actitud. Para nuestra propuesta didáctica lo mediremos a través de una prueba escrita, la entrega de trabajos a través de las actividades planteadas en la unidad y a través de escalas de observación y listas de control.

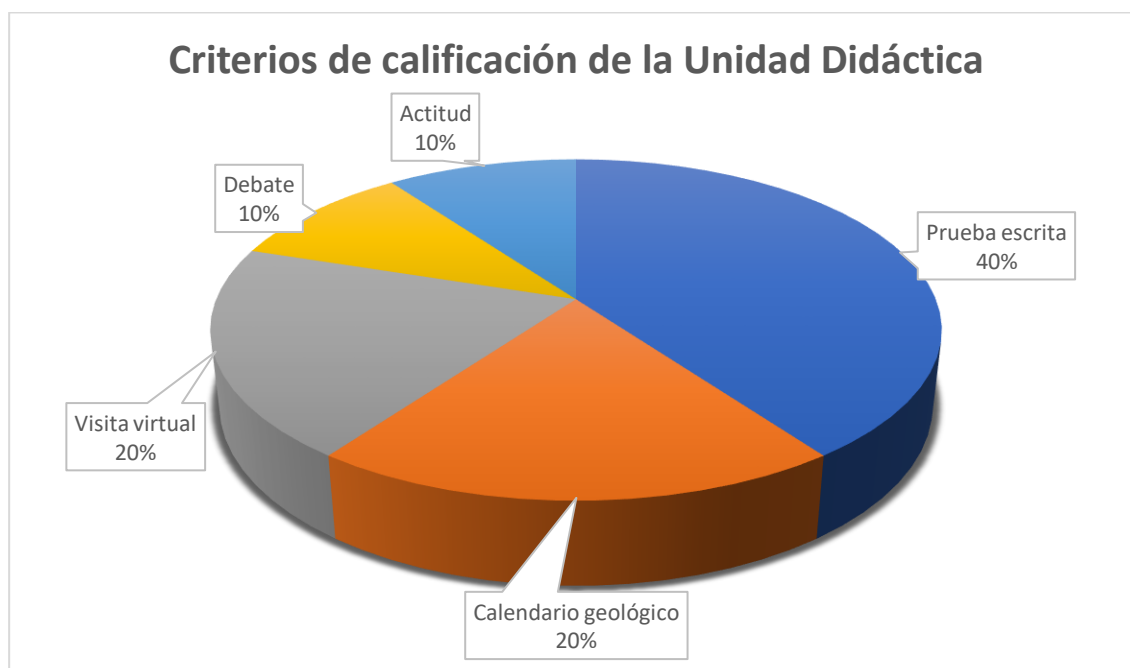


Gráfico 1. Porcentaje de la nota final que representa cada uno de los instrumentos de evaluación en la calificación final de la unidad.

Prueba escrita

Una vez vistos todos los conceptos teóricos de la propuesta didáctica, se propone la realización de una prueba de contenidos. En él se plantearán diversas preguntas relativas a diferentes apartados vistos, y permitirá a los alumnos exponer y demostrar lo aprendido durante esta unidad didáctica. La resolución de este cuestionario será individual y los resultados servirán al profesor para evaluar al alumnado y comprobar si los alumnos han alcanzado los Estándares de Aprendizaje Evaluables de los Criterios de evaluación del Currículo Oficial trabajados en esta propuesta.

Esta actividad está planteada para una clase de 4º de la ESO de Biología y Geología, ya que se trabajarán en consonancia a los Criterios de Evaluación del Currículo Oficial de Aragón, y no es transferible a otros cursos. Está planteada para una clase completa en la que los alumnos completarán un cuestionario de forma individual. El tiempo que lleva desarrollar esta propuesta es de una sesión de 50 minutos.

La realización de una prueba final, en primer lugar, tiene el objetivo de conocer el nivel y la profundidad de los conocimientos aprendidos durante las sesiones didácticas. Sin embargo, no sólo sirve para medir el nivel de conocimientos y habilidades del alumno, sino que también tiene el objetivo de detectar las principales dificultades de este a la hora de aprender (Salim,

Lotti de Santos y Macchioni de Zamora, 2012). También analizar los resultados de la prueba, puede ayudar al profesor a reflexionar sobre la práctica docente y poner en práctica la mejora para asegurar la calidad educativa. Para afrontar este test, los alumnos deberán desarrollar diferentes técnicas de estudio y aprendizaje, así como aunar los conocimientos aprendidos en todas las actividades previas y en las lecciones teóricas. De esta manera se pondrá en práctica la CAA. Por otro lado, como todos los contenidos de esta prueba serán relativos a la Historia de la Tierra, también se pondrá en práctica la CMTC.

Durante esta prueba se trabajarán todos los conceptos clave sobre la Historia de la Tierra y de la Vida reflejados en el Currículo Oficial Aragonés. Por tanto, se tratarán contenidos relativos a la evolución biológica y a las teorías evolutivas, conceptos sobre la dinámica de nuestro planeta, así como su origen y los principales eventos geológicos acontecidos en su historia, y también conceptos sobre la paleontología y las diferentes herramientas estratigráficas y paleobiológicas de las que esta rama dispone.

Durante esta actividad los alumnos deberán poder expresar todos lo aprendido a lo largo de la unidad didáctica. Deberán ser capaces de aplicar los conocimientos adquiridos para responder de forma concisa y concreta las cuestiones. Esta actividad supondrá un 40% de la calificación total de la unidad didáctica.

Trabajos y pequeñas investigaciones

Dentro de este grupo se encontrarían los resultados de las tres actividades propuestas en el Apartado IV, que son el Calendario geológico, la visita virtual al Museo Nacional de Ciencias Naturales y el debate socio-científico sobre la des-extinción. En total, este apartado ocupará el 50% de la nota final de la evaluación global.

En el calendario geológico se valorará la capacidad de trabajo en equipo durante el desarrollo del mural digital, y por tanto la nota será conjunta para todo el equipo. En este apartado se valorará la capacidad de organización y trabajo en equipo, en cada una de las tareas (un 33%), el resultado final de la preparación del mural (33%) y la actitud de respeto mostrada durante el desarrollo de la actividad (33%). Esta actividad supondrá el 20% de la nota final de la propuesta didáctica.

En segundo lugar, está la visita al Museo Nacional de Ciencias Naturales. Los resultados de esta actividad se miden en dos apartados. Por un lado, se valorará el resultado del cuestionario relativo a la visita virtual, en la que los alumnos deberán contestar preguntas cuyas respuestas se encuentran en la exposición (cuenta el 33% de la nota de la actividad). Por otro lado, se evaluará también la ficha paleontológica que cada alumno entregará al profesor. Este apartado consiste en una pequeña investigación y sostiene la mayor parte del peso de la evaluación de esta actividad (66% de la nota). Esta actividad supondrá el 20% de la nota final de la propuesta didáctica.

Por último, se incluye también los resultados de la visualización del vídeos y documentales sobre la des-extinción de especies fósiles, cuyo peso total es de un 10% de la nota final de la propuesta didáctica. La evaluación de esta actividad que consisten en:

- Trabajo individual en el que se medirá el progreso a través de la observación directa por parte del profesor durante el visionado del documental, y las notas entregadas por cada alumno al final de este. Esta parte tendrá un 50% de peso en la calificación de la actividad.
- Trabajo en equipo durante el desarrollo del debate, donde se valorará la cantidad y calidad de los argumentos aportados (con un 20% de peso en la calificación), la capacidad de organización

del equipo, tanto para argumentar como para rebatir los argumentos contrarios (un 20%) y la actitud de respeto mostrada durante el desarrollo de la actividad (10%).

Escalas de observación y listas de control

Estos dos instrumentos de evaluación servirán para medir la actitud del alumno durante el proceso de aprendizaje. Si bien es un parámetro difícil de medir y que puede tener un carácter subjetivo, hay que establecer bien cómo se va a medir de cara a darle un valor calificativo.

A través de las escalas de observación se medirá el interés a través de la interacción entre el alumno y el profesor. Eso incluye la participación en clase, planteamiento y resolución de dudas, interés a la hora de comunicarse con el profesor a través de la plataforma online y puntualidad en la entrega de los trabajos. Por otra parte, otro modo de medir la actitud en la docencia online es a través de las listas de control, revisando que el alumno se conecte para las clases a distancia, y la puntualidad de la conexión. A lo largo de la unidad, el profesor deberá anotar cada uno todos estos ítems, para finalmente poder hacer una valoración completa de la actitud del alumno. La actitud supondrá un 10% de la nota final de evaluación.

Criterios de evaluación

La propuesta didáctica trabaja seis criterios de evaluación. A pesar de que se trabajan criterios de dos bloques diferentes, todos sirven para explicar contenidos relativos a la evolución biológica y los cambios geológicos en la historia de la Tierra. Estos criterios han sido relacionados con los estándares de aprendizaje evaluables y con las competencias clave en la Tabla 1 (Apartado III) y también con los contenidos agrupados en sesiones teóricas en el Anexo I. En la siguiente tabla se presenta una relación entre los criterios de evaluación, los estándares de aprendizaje y las herramientas de evaluación utilizadas con cada uno.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN
Crit.BG.1.16. Conocer las pruebas de la evolución. Comparar lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo.	Est.BG.1.16.1. Distingue las características diferenciadoras entre lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo.	1- A través de la prueba escrita.
		2- A través del trabajo individual sobre la visita Virtual al Museo Nacional de Ciencias Naturales.
		3- A través de las contestaciones las notas individuales tomadas tras la visualización del documental Desextinción y a través de la participación en el debate.
Crit.BG.1.19. Describir la hominización.	Est.BG.1.19.1. Reconoce y describe las fases de la hominización.	1- A través de la prueba escrita.
		2- A través de las contestaciones las notas individuales tomadas tras la visualización del documental Desextinción y a través de la participación en el debate.
Crit.BG.2.1. Reconocer, y contrastar hechos	Est.BG.2.1.1. Identifica y describe hechos que muestren a la Tierra como un planeta	1- A través de la prueba escrita.
		2- A través del trabajo individual sobre la visita Virtual al Museo Nacional de Ciencias Naturales.

que muestren a la Tierra como un planeta cambiante.	cambiante, relacionándolos con los fenómenos que suceden en la actualidad, en nuestro territorio y fuera de él.	3- A través de la Actividad del Calendario Geológico
Crit.BG.2.2. Registrar y reconstruir algunos de los cambios más notables de la historia de la Tierra, asociándolos con su situación actual.	Est.BG.2.2.1. Reconstruye algunos cambios notables en la Tierra, mediante la utilización de modelos temporales a escala y reconociendo las unidades temporales en la historia geológica.	1- A través de la prueba escrita.
		2- A través del trabajo individual sobre la visita Virtual al Museo Nacional de Ciencias Naturales.
		3- A través de la Actividad del Calendario Geológico
Crit.BG.2.4. Categorizar e integrar los procesos geológicos más importantes de la historia de la Tierra.	Est.BG.2.4.1. Discrimina los principales acontecimientos geológicos, climáticos y biológicos que han tenido lugar a lo largo de la historia de la Tierra, reconociendo algunos animales y plantas características de cada era.	1- A través de la prueba escrita.
		2- A través del trabajo individual sobre la visita Virtual al Museo Nacional de Ciencias Naturales.
		3- A través de la Actividad del Calendario Geológico
Crit.BG.2.5. Reconocer y datar los eones, eras y periodos geológicos, utilizando el conocimiento de los fósiles guía.	Est.BG.2.5.1. Relaciona alguno de los fósiles guía más característico con su era geológica. Aplica especialmente estos conocimientos al territorio de Aragón.	1- A través de la prueba escrita.
		2- A través del trabajo individual sobre la visita Virtual al Museo Nacional de Ciencias Naturales.
		3- A través de la Actividad del Calendario Geológico

Tabla 2. Relación entre los criterios de evaluación, los estándares de aprendizaje y las herramientas de evaluación.

Competencias clave

Si bien el objetivo didáctico sería tratar las siete competencias clave, las que más se han trabajado en esta propuesta de intervención han sido la CMTC, CD, CCL y CAA. A través de las diferentes actividades planteadas en la propuesta didáctica se trabajan estas cuatro competencias clave y se utilizan diferentes herramientas de evaluación que no siempre coinciden con las escogidas para los criterios de evaluación. La *Competencia matemática y competencias básicas en Ciencia y Tecnología* ha sido la más desarrollada, ya que el contenido mismo de la asignatura en la que se enmarca la propuesta moviliza plenamente esta competencia. Trata de asegurar el acercamiento al conocimiento científico del mundo que nos rodea y la interacción responsable con él. Esta competencia clave es desarrollada a través de todos los criterios de evaluación trabajados, ya que todos los contenidos explicados, desde el origen de nuestro planeta hasta nuestro origen como especie, son conocimientos científicos. Permiten al alumno conocer mejor el mundo físico, las leyes que lo rigen y cómo interaccionan con los seres vivos que habitamos en él. Así mismo, para comprender estos contenidos

necesitamos conectarlos con conceptos de otras asignaturas científicas como Física y Química, Matemáticas o Tecnología. La evaluación para conocer hasta qué punto se han alcanzado estas competencias de carácter científico se realizará a través de los instrumentos de evaluación, preparados para evaluar los criterios de evaluación, ya que esta competencia está ligada a todos los criterios escogidos.

En segundo lugar, al estar planteada como una propuesta de docencia a distancia, la *Competencia Digital* ha cobrado mucho protagonismo. Esta competencia busca que el alumnado se ayude de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en su proceso de aprendizaje. Tal y como está planteada esta propuesta, el profesor pondrá a disposición de los alumnos gran cantidad de recursos y materiales que complementen su formación, y exige que se trabajen con ellos en todas las actividades propuestas en el Apartado V. Esta competencia se trabaja a través de cada una de las sesiones online, a través de la comunicación vía online entre los alumnos y el profesor, y a través de cada una de las actividades planteadas. Los alumnos que hayan mantenido una constante y positiva comunicación con el profesor a distancia hayan aprendido a trabajar con herramientas a distancia, bien sea para asistir a las clases o para preparar y enviar los trabajos, o para buscar elementos que complementen su aprendizaje, habrán desarrollado suficientemente esta competencia.

Por otro lado, la *Competencia en Comunicación Lingüística* y la *Competencia de Aprender a Aprender*, si bien son trabajadas de forma indirecta, son fundamentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta unidad. La primera busca el desarrollo de la comprensión e identificación de diferentes códigos y formatos en que se presenta la información. Los alumnos deben aprender a diferenciar entre el lenguaje que hace posible la comunicación coloquial con la utilizada en la ciencia para explicar fenómenos, así como ser capaces de interpretar gráficos, tablas, figuras y textos científicos. Esto se trabaja a través de la entrega de material divulgativo científico en forma de textos explicativos en la visita virtual al Museo Nacional de Ciencias Naturales y en formato de vídeo a través del documental sobre la des-texinción. El desarrollo de esta competencia se podrá comprobar en los trabajos entregados en estas dos actividades. En la redacción de ambos trabajos los alumnos deberán demostrar, no solo la comprensión del lenguaje científico, sino también su asimilación y capacidad de uso para la redacción de textos propios.

En cambio, la *Competencia de Aprender a Aprender* busca la práctica de la actividad metacognitiva por la que los alumnos mejoren su propio aprendizaje a través de autoconocimiento y el uso de estrategias de mejora de estudio, siendo capaces de reflexionar sobre lo aprendido y mejorando la motivación de estudio. La realización de las sesiones de clase a distancia con medios TIC ha resultado ser una circunstancia que ha fomentado esta competencia, dada la autonomía en el trabajo que exigía el seguimiento de la unidad con esta metodología. La evaluación de la adquisición de esta competencia se realizará por dos vías. Por un lado, al enfrentarse a una prueba escrita, los alumnos deberán poner en práctica diferentes técnicas de estudio enfocadas desde el conocimiento y con el objetivo de mejorar la eficiencia de su aprendizaje. Por otro lado, el uso de un test para evaluar las sensaciones de los alumnos para conocer sus propias emociones durante el aprendizaje y para evaluar la práctica docente también ayudará a que conozcan mejor sus motivaciones, preferencias y fortalezas. En ambas cuestiones deben ser guiados por el profesor, a quién consultarán cualquier duda para mejorar el aprendizaje sobre sí mismos.

VI. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA

La mayoría de las actividades de esta propuesta didáctica están planteadas para una docencia no presencial. En estos últimos meses hemos tenido que adaptar nuestras habilidades didácticas como docentes al estar confinados, y hemos desarrollado nuevas aptitudes como profesores a distancia, y hemos tenido que desarrollar nuevas herramientas didácticas. Muchas de las actividades planteadas en la unidad necesitarían una serie de cambios de planteamiento, para poder llevarse a cabo de forma presencial.

Aunque esta modalidad de la enseñanza se acaba de implementar a causa de una crisis sanitaria, es posible que en tiempos venideros vuelvan a ser necesarias estas medidas. De hecho, en la Orden, de XX de agosto de 2020, del Consejero de Educación, Cultura y Deporte, se les ruega a los centros que lleven a cabo una docencia lo más presencial posible, dentro de lo que permitan las necesidades necesarias. Es por ello que muchos centros están organizando una docencia de forma semipresencial. Bajo estas condiciones, el tener ya preparadas unidades didácticas con recursos virtuales puede adelantar mucho trabajo y asegurar a los profesores que la docencia que ofrecen a los alumnos mantiene su calidad. Bajo mi punto de vista, las asignaturas de Ciencias deberían aprovechar las sesiones presenciales para realizar clases prácticas y experimentales, mientras que los contenidos teóricos podrían relegarse a las sesiones online. De todas formas, tanto la docencia a distancia como la semipresencial, todavía plantean muchos retos para el proceso enseñanza-aprendizaje, y no hay que perderlos de vista.

Uno de los problemas que plantea la docencia a distancia es el contacto con el alumnado. Al tener que atender a los alumnos a distancia ha sido más difícil conocerlos mejor, con el fin de tratarlos de forma más personal y menos general como en una clase. La resolución de dudas no puede llevarse a cabo de forma presencial, durante un recreo o al final de una clase, sino que se han hecho a través de una plataforma online. Esto provoca que la atención individual sea más laboriosa en cuanto al uso de herramientas online, y más fría al tener que tratar a los alumnos desde un ordenador.

Para prevenir los problemas que pueda dar la docencia online y, dada la situación actual, con el fin de que no estar desprotegidos, sería conveniente que los departamentos tuviesen preparadas previamente propuestas didácticas con recursos online por si hubiese nuevos confinamientos. De esta manera los alumnos podrían sentirse atendidos de inmediato a pesar de no haber clases presenciales.

Un aspecto para mejorar de las actividades sería coordinarse con otros profesores y promover la interacción y el trabajo con otros grupos. En el caso del debate, sería muy interesante que compañeros de otras clases pudiesen participar y realizar un pequeño concurso de debate entre diferentes clases. Para el caso del mural geológico, la actividad sería más completa si alumnos de cursos inferiores de la misma asignatura (1º y 3º de la ESO) visitasen el laboratorio y los estudiantes de 4º les explicasen el mural y los diferentes fósiles.

Las propuestas innovadoras de este trabajo están planteadas en una clase de 4º de la ESO de 15-20 alumnos, ya que así ha sido la clase con la que he trabajado durante estas prácticas. En un principio no se ha planteado cómo adaptar estas actividades a clases en las que sea necesaria la atención a la diversidad. Sin embargo, es muy necesario recalcar que es la función de profesor preparar materiales para que todos los alumnos puedan continuar la clase. En los documentos en los que el profesor aporta artículos e información externa a los alumnos para que se documenten, deberían adaptarse a las necesidades de cada alumno. Los apartados de expresión oral podrían ayudar a los alumnos con dificultades de idioma a superar la barrera lingüística.

AUTOVALORACIÓN Y PROPUESTAS DE MEJORA

Tras la realización de las prácticas en el IES Valle del Jiloca, se les pasó a los alumnos un cuestionario para que evaluaran la actividad docente, lo que ellos habían aprendido y donde hicieran propuestas de mejora. La mayoría de los alumnos (75%) estaba satisfecha con las actividades y metodologías empleadas, y comentaban que, a pesar de haber sido clases a distancia, habían aprendido conceptos nuevos. Un menor porcentaje (25%) estaba disgustado por la carga de trabajos que se habían propuesto para esta unidad didáctica. Para muchos la temática, la Historia de la Tierra, era un tema atractivo y motivante, lo cual ayudó al proceso de enseñanza-aprendizaje. Varios alumnos recalcaron que el tema abordaba cuestiones que siempre les habían causado curiosidad, como el origen de nuestro planeta, las condiciones originales que se debieron dar para que surgiese la vida y la evolución de los dinosaurios. También se valoró muy positivamente el uso de diferentes plataformas online para plantear actividades, y entusiasmó la diversidad de herramientas a utilizar, así que como en alguna de ellas, ellos tuviesen capacidad de perfilar qué y cómo querían hacer en su propio trabajo (ficha paleontológica de la actividad Visita virtual al Museo Nacional de Ciencias Naturales).

A la hora de poner en práctica esta propuesta didáctica, me he encontrado con algunos aspectos a mejorar en mi actividad docente, que facilitarían el aprendizaje de la Biología y Geología. Uno de los problemas que tuve fue querer ajustar mucho las actividades al tiempo del que disponía, sin dejar mucho margen por si había algún retraso. Si bien la temporalización inicial encajaba con el marco temporal del que disponía, la puesta en práctica no permitió llevar a cabo todas las actividades. La resolución de dudas y cuestiones durante las sesiones online hicieron que no pudiese dar un apartado de la U.D. por sesión, y en las últimas semanas tuve que aglutinar dos en una misma sesión. Por otro lado, cada trabajo tenía un marco teórico que trabajaba. Como las explicaciones sufrieron demoras, los trabajos también las tuvieron, lo que hizo que los últimos dos, la visualización de un documental y la prueba escrita final, sufriesen importantes cambios. Esto debí preverlo, y ahora sé que he de ser realista con la duración de las actividades y con los problemas que pueden surgir.

Otro aspecto que mejorar es el lenguaje utilizado. Mientras me preparaba las clases online recopilaba una serie de términos científicos que los alumnos (en teoría) ya habían visto en cursos anteriores, pero que en la práctica no comprendían. Sobre todo, pasaba con títulos taxonómicos (como artrópodos o cefalópodos). Son términos científicos que a veces no les dedicaba demasiado tiempo a explicarlos (ya que se incluyen en el currículo de 1º de la ESO) pero que confundían a mis alumnos. Alguna vez mi tutor intervino para recordarme que los explicara y así volver a captar la atención de mis alumnos, los cuales se dispersaban rápido entre tanto concepto.

VII. CONCLUSIONES

La preparación de materiales e instrumentos innovadores para didáctica de la Ciencias supone un reto que muchos profesores de Biología y Geología tratan de abordar. A través de las asignaturas del Máster de Profesorado se nos han provisto de herramientas y estrategias para aplicar en nuestro periodo de prácticas y en nuestra futura labor docente. La puesta en práctica de actividades que promuevan el desarrollo de habilidades mentales y emocionales del estudiante me ha parecido especialmente interesante, y he buscado la manera de integrar las asignaturas de carácter más psicológico con el desarrollo de asignaturas específicas de Biología y Geología. En este sentido, he encontrado muy interesantes los contenidos de varias de las asignaturas del máster, ya que he podido aplicar sus conceptos. Aunque también creo que la preparación general es muy teórica, y al entrar en las clases te encuentras con una realidad donde prima ser práctico y eficaz. Sí que he visto un comprensible hincapié en enseñarnos la

dinámica interna de un centro educativo, así como todas las responsabilidades y deberes de un profesor de secundaria. En ese sentido, me he sentido bien formado en el caso de enfrentarse a una clase donde todos los alumnos son homogéneos, y creo que, desde las clases teóricas, no nos han enseñado a enfrentarnos a la realidad heterogénea de una clase compleja y mixta, donde la motivación y actitud de cada alumno es un mundo diferente.

Volviendo a la didáctica de las Ciencias, he descubierto que las herramientas para llevarla a la práctica bien sean a través de un libro, de vídeos didácticos o documentales, preparando herramientas interactivas como cuestionarios o recursos de enseñanza online, o simplemente trabajando con actividades y trabajos. La principal hazaña a la que los profesores de Biología y Geología se enfrentan consiste en saber cómo acercar el mundo natural al alumnado. Desde mi experiencia como estudiante, tanto en el instituto como en el Máster de Secundaria, he visto que hay muchas maneras para acercarnos a la ciencia de una manera práctica y experimental. No hace falta vivir cerca de grandes espacios naturales (aunque ayuda), la naturaleza nos rodea, y podemos acercarnos tanto a la Biología como a la Geología desde cualquier localidad. Aunque es un trabajo que lleva mucho trabajo extra por parte del profesor, he visto como los alumnos lo agradecen.

Sin embargo, la reciente crisis sanitaria nos ha alejado de este mundo natural, y nos ha puesto en manifiesto que la enseñanza ha de apoyarse también en recursos online que faciliten una docencia a distancia. Esto ha supuesto un reto tanto para los profesores como para los alumnos. Todos nos hemos tenido que adaptar a una serie de herramientas que no sabíamos utilizar y nos ha llevado un esfuerzo extra. Los alumnos, al tener que recibir clase desde casa, han tenido que ser más responsables y tener un horario establecido y algunos me han reconocido que les ha gustado la experiencia, aunque no a todos. Puede que esta cuarentena abra una nueva puerta hacia una enseñanza no presencial, y que muchas de las prácticas ahora utilizadas sean lo normal dentro de unos años. Por parte de los alumnos han mostrado mucho interés y puede que esto esté influenciado por este cambio de realidad, puede que la educación a distancia motive y saque lo mejor de algunos alumnos. Pero no significa que esté exenta de limitaciones. Como he dicho previamente, muchos de los problemas planteados podrían haberse resuelto fácilmente en una docencia presencial. A través de reuniones en recreos, o durante las mismas clases. Sin embargo, la presente situación nos ha obligado a avivar el seso para mantener la atención de nuestros alumnos. También podemos sacar un aprendizaje positivo de todo esto.

También me gustaría hablar sobre lo que implica estudiar en un colegio rural. Como he comentado en la contextualización, el IES Valle del Jiloca se encuentra en Calamocha, a 70 km de Teruel y a 120 km de Zaragoza. Los alumnos que vienen proceden de la zona, bien sean del mismo Calamocha o de alguna localidad de alrededor. Generalmente, han crecido en un ambiente cercano a la naturaleza y, donde la agricultura y ganadería tienen un papel clave en la economía local. Esto influyen de varias maneras, por un lado, las clases pocas veces superan los 22 alumnos, y en los cursos superiores no es raro tener a menos 10 en asignaturas de especialidad. Además, estando rodeados de naturaleza, es muy fácil llevar el aula al campo o el campo al aula. Por otro lado, si el profesor también vive en la zona (cosa menos frecuente, ya que casi un tercio del profesorado va y viene desde Teruel y Zaragoza), es posible que conozca a las familias y que vea el desarrollo del alumno también fuera del aula. Esto permite un trato mucho más cercano entre el profesor y el alumno, creando un vínculo más estrecho y facilitando la comunicación y resolución de problemas.

Pero no todo son facilidades, en este centro los alumnos pierden algunas prestaciones que otros grandes institutos pueden ofrecerles. Por ejemplo, en cursos de Bachillerato muchas optativas no salen por falta de alumnos (ya que las clases apenas tienen 15 alumnos en cada vía). Esto limita los estudios del alumno y el conocimiento de su posible futuro académico. De cara a la

conectividad, he comentado que en las zonas rurales pueden darse problemas de conexión a Internet. Aunque en general todos los alumnos pueden tener acceso, no todos tienen suficiente como para conectarse sin que se entrecorte. De cara a la docencia online y a la evaluación por exámenes online puede generar situaciones de desventaja. Por otro lado, muchos profesores viven en Zaragoza y en Teruel, y en caso de corte de carreteras, los alumnos pierden horas de clase. He podido entender los pros y las contras de estudiar en un instituto rural, aunque la experiencia ha sido tan agradable, que estoy deseando cumplir mi labor como docente en un centro de estas características.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Agustí, J. (2015). *La sonrisa de Leonardo y otros enigmas de la evolución*. Barcelona: R.B.A. Libros.

Bevins, S., Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17-29.

Brusi D., Zamorano, M., Casellas R. M. y Bach J. (2011). Reflexiones sobre el diseño por competencias en el trabajo de campo en Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19, 4-14.

Buendía Eisman, L., González González, D., & Carmona Fernández, M. (1999). Procedimientos e instrumentos de evaluación en Educación Secundaria. *Revista De Investigación Educativa*, 17(1), 215-236.

Conde, M. E. (2010). Excursión Virtual. Aprendizajes para integrar al curriculum. *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, 19, 1-4.

García Cruz, C. M. (1999). La edad de la Tierra y otras cosas por el estilo. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 7(2), 94-101.

García de la Torre, E., Sequeiros, L. y Pedrinaci, E. (1993). Fundamentos para el aprendizaje de la geología de campo en Educación Secundaria: una propuesta para la formación del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1 (1), 11-18.

McComas, William F., Clough, Michael P. y Almazroa, Hiya. (1998). The role and character of the nature of science in science education. In: W. McComas, *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies* (pp. 3 – 40). Los Angeles, California: William F. McComas.

ORDEN ECD/357/2020, de 29 de abril, por la que se establecen las directrices de actuación para el desarrollo del tercer trimestre del curso escolar 2019/2020 y la flexibilización de los procesos de evaluación en los diferentes niveles y regímenes de enseñanza.

ORDEN, de XX de agosto de 2020, del Consejero de Educación, Cultura y Deporte por la que se dictan las instrucciones sobre el marco general de actuación, en el escenario 2, para el inicio y desarrollo del curso 2020/2021 en la Comunidad Autónoma de Aragón.

Orr, M. (2006). What is a scientific worldview, and how does it bear on the interplay of science and religion? *Zygon*, 41(2), 435-444.

Pedrinaci, E. y Berjillos, P. (1994). El concepto del tiempo geológico: orientaciones para su tratamiento en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2 (1), 240-251.

Real Decreto 1105. Boletín Oficial del Estado, 3, Madrid, España, 3 de enero de 2015. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2015/BOE-A-2015-37-consolidado.pdf>

Reguant, S. (1993). Consideraciones sobre los objetivos de la enseñanza de las Ciencias de la Tierra. *Enseñanza de Ciencias de la Tierra*, 1(3), 144-147.

Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 286-299.

Ruiz, J. J., Solbes J. y Furió C. (2013). Los debates sociocientíficos: un recurso para potenciar la competencia argumentativa en las clases de física y química. *IX Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*, 3126-3131.

Salim, R., Lotti de Santos, M., Macchioni de Zamora, N. (2012). Evaluación del examen: una herramienta para la innovación didáctica en el aula universitaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, 59 (1).

IX. ANEXOS

ANEXO I. RELACIÓN ENTRE LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y LAS SESIONES TEÓRICAS DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

APARTADO TEÓRICO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN TRATADOS
1.El origen de la Tierra y el Universo	Crit.BG.2.1. Reconocer, recopilar y contrastar hechos que muestren a la Tierra como un planeta cambiante.
	Crit.BG.2.2. Registrar y reconstruir algunos de los cambios más notables de la historia de la Tierra, asociándolos con su situación actual.
	Crit.BG.2.4. Categorizar e integrar los procesos geológicos más importantes de la historia de la Tierra.
	Crit.BG.2.5. Reconocer y datar los eones, eras y periodos geológicos, utilizando el conocimiento de los fósiles guía.
2.¿Cómo sabemos la edad de las rocas?	Crit.BG.2.1. Reconocer, recopilar y contrastar hechos que muestren a la Tierra como un planeta cambiante.
	Crit.BG.2.5. Reconocer y datar los eones, eras y periodos geológicos, utilizando el conocimiento de los fósiles guía.
3.¿Qué es un fósil y cómo se forman?	Crit.BG.1.16. Conocer las pruebas de la evolución. Comparar lamarkismo, darwinismo y neodarwinismo.
	Crit.BG.2.1. Reconocer, recopilar y contrastar hechos que muestren a la Tierra como un planeta cambiante.
	Crit.BG.2.5. Reconocer y datar los eones, eras y periodos geológicos, utilizando el conocimiento de los fósiles guía.
4.Historia de la Vida I: El Precámbrico y el Paleozoico	Crit.BG.1.16. Conocer las pruebas de la evolución. Comparar lamarkismo, darwinismo y neodarwinismo.
	Crit.BG.2.1. Reconocer, recopilar y contrastar hechos que muestren a la Tierra como un planeta cambiante.
	Crit.BG.2.4. Categorizar e integrar los procesos geológicos más importantes de la historia de la Tierra.
	Crit.BG.2.5. Reconocer y datar los eones, eras y periodos geológicos, utilizando el conocimiento de los fósiles guía.
5.Historia de la Vida II: El Mesozoico y el Cenozoico	Crit.BG.1.16. Conocer las pruebas de la evolución. Comparar lamarkismo, darwinismo y neodarwinismo.
	Crit.BG.2.1. Reconocer, recopilar y contrastar hechos que muestren a la Tierra como un planeta cambiante.
	Crit.BG.2.4. Categorizar e integrar los procesos geológicos más importantes de la historia de la Tierra.
	Crit.BG.2.5. Reconocer y datar los eones, eras y periodos geológicos, utilizando el conocimiento de los fósiles guía.
6.Historia de la Vida III: La evolución humana	Crit.BG.1.16. Conocer las pruebas de la evolución. Comparar lamarkismo, darwinismo y neodarwinismo.
	Crit.BG.1.19. Describir la hominización

ANEXO II. ACTIVIDAD DEL CALENDARIO GEOLÓGICO



La mayoría de los fenómenos geológicos ocurren en una escala de tiempo muy grande, por ello medimos el tiempo en millones de años. Un recurso sencillo para conocer la magnitud del tiempo geológico es utilizando un calendario. **Lo que vamos a hacer es equiparar la existencia de la Tierra (4500 millones de años) a un año (366 días, el 2020 es un año bisiesto)** de tal forma que el día 1 de enero sería el inicio del planeta Tierra, y el 31 de diciembre estaríamos en el momento actual. Esto nos permite ir situando acontecimientos relevantes sobre

el calendario, calculando a cuántos millones de años equivale un día. Con esta analogía, **un día equivale a 12,3 millones de años** (resultado de dividir 4500 millones de años/365 días)

¿Qué hay que hacer?

A continuación, se os entrega una tabla que contiene un resumen de las principales divisiones de la historia de la Tierra, y los principales hitos de la historia de la Vida. Deberéis organizaros en grupos de cuatro. **La actividad consistirá entregar un calendario en el que se resalten los siguientes eones, eras y periodos (marcados en la tabla con colores).**

¿Cómo marcamos cada división de tiempo? Cada una irá en un color diferente, como en la tabla que hay debajo (no tienen por qué ser los mismos, pero intentad que no se repitan). Además, vamos a marcar de forma diferente cada tipo de división de tiempo. Teniendo en cuenta que cada periodo se encuentra dentro de una era, que a la vez se encuentra dentro de un eón, se solaparían unas marcas y otras. Siendo así:

-Eones: este para iniciar  y este  para indicar que acaba.

-Eras: los días que se encuentre dentro de una era, como el Paleozoico, deberán ir subrayados con una línea de un mismo color.

-Periodos: los días que se incluyan en un mismo periodo como el cretácico deberán ir coloreados de un mismo color.

¿Cómo trasladamos los millones de años a días? Por una sencilla regla de tres. Por **ejemplo**, queremos marcar la duración del Hádico. Sabemos que este eón dura 500 millones de años (desde el 4500 hasta el 4000 como indica en la tabla de abajo). Si un día del calendario equivale a 12,3 millones de años, 500 millones de años equivaldrán a 40 días (resultado de $500 / 12,3$). Cogemos el calendario y contamos 40 días desde el 1 de enero. El resultado es que el Hádico, abarcaría desde el 1 de enero hasta el 8 de Febrero.

Tiempo (m.a)	Eon	Era	Periodo	Sucesos biológicos
2,5-hoy	Fanerozoico	Cenozoico (Era Terciaria)	Cuaternario	Aparece el género Homo
23-2,5			Neógeno	Primeros homínidos
66-23			Paleógeno	Expansión de los mamíferos.
145-66		Mesozoico (Era secundaria)	Cretácico	Extensión masiva al final de la era. Primeras angiospermas
200-145			Jurásico	Primeras aves Dominio de los dinosaurios
252-200			Triásico	Primeros mamíferos
298-252		Paleozoico (Era primaria)	Pérmico	Gran extinción al final de la era.
358-298			Carbonífero	Se extienden bosques de helechos gigantes y primeros reptiles.
419-358			Devónico	Primeros insectos, anfibios y plantas gimnospermas.
443-419			Silúrico	Primeras plantas vasculares, peces con mandíbulas
485-443			Ordovícico	Conquista terrestre de las plantas.
541-485			Cámbrico	Aparecen todos los órdenes conocidos de animales, incluyendo vertebrados con los primeros peces.
2500-541	Proterozoico			Hace 600 m.a aparecen restos de gusanos y esponjas Aparecen las células eucariotas hace 1800 m.a
4000-2500	Arcaico			Primeras formas de vida, bacterias primitivas (3800 m.a)
4500-4000	Hádico			Formación, enfriamiento y consolidación de la corteza terrestre

ANEXO III. VISITA AL MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES DE MADRID

El Museo de Ciencias Naturales es uno de los museos de Historia Natural más antiguos de España, remontándose su origen al Siglo XVIII. Puesto que durante este final de curso no vamos a poder realizar ninguna visita extraescolar, os animo a que realicéis una visita virtual a las exposiciones de este Museo. Se trata de una visita online, os situará dentro del Museo como si estuviésteis viendo las calles desde Google Maps. Os permite moveros con libertad, aunque los paneles no pueden leerse con claridad.

Exposición	Enlace
Un paseo por el Museo de Historia Natural	https://artsandculture.google.com/story/un-paseo-por-el-museo-nacional-de-ciencias-naturales/yAISzR1n3bdnLw
Piezas emblemáticas	https://artsandculture.google.com/exhibit/gwIS8EWZmdKZLw
Información de los fósiles del museo	https://www.mncn.csic.es/es/visita-el-mncn/exposiciones/minerales-fosiles-y-evolucion-humana

PARTE I

Aunque, no todo el Museo está dedicado a Fósiles y Paleontología, tiene contenido muy chulo y puede ayudarnos a reflexionar sobre muchos temas vistos a lo largo del curso en la tabla anterior **os dejo unos enlaces a través de los que se puede realizar una visita y a continuación un par de preguntas:**

- La Exposición de Geología tiene diversos fósiles encontrados a lo largo de todo el mundo, pero varios de ellos se han encontrado en España. Busca cuatro de ellos, e indica dónde se han encontrado.
- La mayor parte de la Exposición de Geología contiene fósiles del Cenozoico y del Mesozoico. ¿Por qué crees que apenas exponen fósiles del Paleozoico?
- Una de las salas de exposición se llama Real Gabinete de Historia Natural. ¿Qué es y cuándo se originó? Indica brevemente qué podemos encontrar en él y su origen.

PARTE II

A continuación, debéis escoger un fósil de la Península Ibérica para realizar esta parte de la actividad. Puede ser de la Exposición de Geología del Museo, aunque podéis elegir cualquier otro que vosotros conozcáis.

La segunda parte del trabajo consiste en una ficha sobre el fósil que os ha tocado. En ella deberá incluirse:

- El nombre científico del animal.** Por ejemplo, *Lariosaurus balsami*. **¡¡Importante!!** Recordad que en la nomenclatura científica el género comienza en mayúscula y la especie en minúscula, y todo debe ir en cursiva.
- Localización.** Dónde se ha encontrado.
- **Era y periodo en las que vivió.**
- Una imagen del animal**, bien sea de los huesos o un dibujo de cómo debía ser.
- Descripción del animal.** Un apartado donde se indiquen las características más llamativas del animal. Por ejemplo, tamaño, adaptaciones singulares, ...

-Ecología del animal. Un apartado donde se indique en qué ambiente vivía, de qué se alimentaba, si vivía en manadas o si cazaba.

En total el trabajo debe ocupar entre media y una carilla a Word (que no sea más largo de una carilla). Utilizaremos el mismo formato: **letra Calibri tamaño 12**. En caso de que no encontréis información sobre el fósil ibérico que habéis elegido, no dudéis en consultarme, yo os facilitaré fuentes de información.

PARTE III AUTOEVALUACIÓN

Contesta las siguientes preguntas acerca de cómo has llevado a cabo este trabajo y qué has disfrutado más.

¿Alguna vez habías realizado una visita virtual a un museo? ¿Sientes que has aprendido al visitar el Museo Nacional de Ciencias Naturales desde casa?

Indica el apartado de la exposición que más te ha llamado la atención. Escribe algo que hayas aprendido y que no supieses antes de realizar la visita virtual.

¿Qué especie fósil habéis elegido para realizar la ficha? ¿A qué se debe esa elección?

¿Te gustaría que hubiese más trabajos como este, o prefieres realizar los ejercicios del libro como actividad para casa?

Valora del uno al diez tu implicación en esta actividad.